

A hangzó nyelv és a jelnyelv univerzális és specifikus jegyeinek empirikus feltárása a hazai és nemzetközi kutatások tükrében¹

Rövid cím: A hangzó és a jelnyelv univerzális és specifikus jegyei

Varga Vera

MTA TTK Agyi Képzőközpont

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Kognitív Tudományi Tanszék

varga.vera@ttk.mta.hu

Perlusz Andrea

ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar, Gyógypedagógiai Módszertani és Rehabilitációs Intézet

Hallássérült Személyek Pedagógiája és Rehabilitációja Szakcsoport

perlusz@barczy.elte.hu

Csépe Valéria

MTA TTK Agyi Képzőközpont

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Kognitív Tudományi Tanszék

Pannon Egyetem MFTK, Magyar és Alkalmazott Nyelvtudományi Intézet

csepe.valeria@ttk.mta.hu

Kivonat: A jelnyelvek a hangzó nyelvekhez hasonlóan fonológiai, lexikális és szintaktikai szintekre tagolódnak, ám a nyelvi információ kifejezésére a vizuális modalitást használják, így egyedülálló vizsgálati lehetőséget nyújtanak a modalitás-független, univerzális nyelvi folyamatok feltárására. A tanulmányban bemutatjuk a hangzó nyelvekre és jelnyelvekre jellemző nyelvi szerveződést az egyes nyelvi szinteken kitérve a főbb pszicholingvisztikai és idegtudományi eredményekre. Emellett tárgyaljuk a nyelvelsajátítás univerzális és modalitás-specifikus aspektusait és a nyelvi depriváció hatását a nyelvelsajátítás folyamatára. Végül kitérünk a fenti eredmények gyakorlati, oktatási implikációira.

Kulcsszavak: hangzó nyelv, jelnyelv, pszicholingvisztika, idegtudomány, modalitás-független

Universal and specific aspects of spoken and signed languages

Abstract: Sign languages, like spoken languages, have phonological, lexical, and syntactic levels; but use the visual modality to express linguistic information. Thus, they provide a unique opportunity to explore modality-independent, universal language processes. In this study, we describe the linguistic organization that characterizes sound languages and sign languages covering the main psycholinguistic and neurolinguistic results. In addition, we outline the universal and modality-specific aspects of language acquisition and the effect of linguistic deprivation on language acquisition. Finally, we discuss the applied and educational implications of the results.

Keywords: spoken language, sign language, psycholinguistics, neuroscience, modality-independent

¹ A tanulmány az OTKA K-119365 „Multimodális interakciók az ortográfiai tanulásban” pályázat támogatásával készült. Köszönet Tóth Dénesnek és German Borbálának a kézirat egy korábbi verziójához fűzött hasznos kommentjeikért, az anonim lektornak értékes észrevételeiért, valamint Juhász Ferencnek és Szaffner Gyulának az illusztrációikért.

Bevezetés

A 2011. évi magyarországi népszámlálási adatok szerint a teljes lakosság körében a hallássérült emberek száma 71 585 fő, közülük közel 12 % siket, 88% nagyothalló². Bár a siket közösség tagjai egymás között gyakran jelnyelven kommunikálnak, a mindennapi kommunikációban a hangzó nyelvet is használniuk kell. Mindkét nyelv használata jelentős eltéréseket mutat a siket személyek között.

A siket családba született, siket gyermekek csoportja, akik családi környezetben sajátíthatják el a jelnyelvet, csupán a siket gyermekeknek körülbelül 5 százalékát teszi ki (Mitchell–Karchmer 2004). Az elterjedt gyakorlat szerint azokat a prelingvális³ siket gyerekeket, akik halló környezetben nevelkednek, az óvodában és az iskolában is hangos beszédre tanítják, így a jelnyelvvvel csak későn, a siket társak révén találkozhatnak (Fischer 1998). Ezeknek a gyerekeknek a jelnyelvi kompetenciája elmarad azokétól, akik siket családban nevelkednek (Hattyár 2008). A hangzó nyelvi kompetencia területén ugyancsak nagy eltéréseket tapasztalhatunk. Ennek mértéke meghatározóan függ attól is, hogy a gyermek környezete mikor ismeri fel a hallássérülést, milyen mértékű a hallássérülés, és milyen életkorban kezdődik meg a halláskorrekció és a korai fejlesztés.

A siket közösségekben két alapvető nyelvhasználati típus figyelhető meg: az egyik a jelnyelv-jelnyelv, a másik pedig a jelnyelv-hangzó nyelv kétnyelvűség. Ez utóbbi esetben nem csak kétnyelvűségről (bilingvizmusról) beszélhetünk, hanem a kettős közvetítő csatorna (vizuális és akusztikus) párhuzamos jelenléte miatt kettős modalitásról, vagyis bimodalitásról is (Bartha 2004). A bimodális kétnyelvűség azonban nem hallásállapot kérdése, hiszen nem csak siketek lehetnek jelnyelv-hangzó nyelvi kétnyelvűek. Sok halló gyermek, aki siket családba születik egyszerre sajátítja el a jelnyelvet és a környezet hangzó nyelvét. Őket tekinthetjük a legteljesebb értelemben bimodális kétnyelvűnek. Számos, a jelnyelvi és hangzó nyelvi teljesítményt vizsgáló kutatásban bimodális bilingvális személyek vettek részt, mivel mindkét nyelvi kompetenciájuk magas, sem a hangzó nyelv, sem a jelnyelv esetében nem korlátozott a vezető modalitás (vizuális és akusztikus), így a személyen belüli összehasonlíthatóság megbízható eredményeket ígér, mivel esetükben a jelenség úgy vizsgálható, hogy nem kell számolni a hallási depriváció hatásával.

Bár a jelnyelv tanulmányozása új perspektívát nyit az emberi nyelv tanulmányozására és a nyelvhasználati modalitásokra jellemző feldolgozási formákra, a jelnyelvek természetes nyelvi státuszának elismerése történeti perspektívában viszonylag új. Ebben szerepe volt mind pszicholingvisztikai és neurolingvisztikai (Klima–Bellugi 1979), mind a nyelvészeti (Brentari 2010) kutatásoknak. Ezek a vizsgálatok rávilágítottak arra, hogy a jelnyelvek hordozzák a természetes nyelvek valamennyi jellemző tulajdonságát, így például, hasonlóan a hangzó nyelvekhez, nyelvi szintekre tagozódnak. Ennek megfelelően elkülöníthetünk fonológiai, lexikális és szintaktikai szinteket. A következőkben az ezekhez kapcsolódó eredményeket vesszük sorra, mindegyiknél kitérve a főbb pszicholingvisztikai és idegtudományi eredményekre.

1. Fonológiai feldolgozás

A jelnyelvekkel kapcsolatos egyik leggyakoribb tévhit, hogy a jelnyelv lexikális elemei, a jelek, eltérően a hangzó nyelvek szavaitól nem mutatnak kettős tagoltságot, azaz nem jelentés nélküli szublexikális elemekből épülnek fel (Sandler 2017). Stokoe (1960) azonban már igen korán rámutatott arra, hogy a jelek olyan kisebb egységekre bonthatók, melyek bár önálló jelentéssel nem bírnak, jelentés megkülönböztető szereppel azonban igen. Ezeket az egységeket a hangzó nyelveknél fonémáknak nevezzük, és segítségükkel egyetlen hangban eltérő szavak, úgynevezett minimális párok képezhetők (pl. *róka* – *fóka*). A jelnyelveknél ezeket az egységeket paramétereknek⁴ nevezzük, és kicserélésükkel szintén minimális párok képezhetők.

²A “2/2005. (III. 1.) OM rendelet a Sajátos nevelési igényű gyermekek óvodai nevelésének irányelve és a sajátos nevelési igényű tanulók iskolai oktatásának irányelve kiadásáról” a siketség határát 90 dB-es hallásküszöbnél állapítja meg.

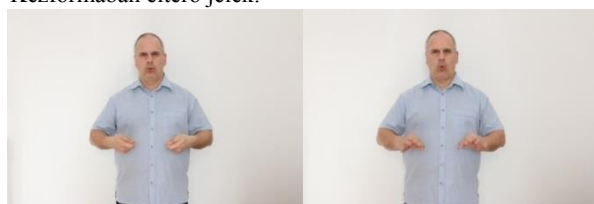
³ Prelingvális siketnek az tekinthető, aki siketen születik vagy még a környezeti hangzó nyelv elsajátítása előtt veszíti el hallását.

⁴ Mivel ezek a szublexikális elemek (paraméterek) funkciójukat tekintve a hangzó nyelvi fonémáknak felelnek meg, a fonéma/fonológia kifejezést általánosan használjuk hangzó és jelnyelvek esetében is.

A **kézforma** paraméter a kezek által felvett formát jelenti, e fonológiai komponens különbözteti meg például a CIPŐ⁵ és ZOKNI jeleket (lásd 1. ábra). Az **artikulációs hely** paraméter a jel kivitelezésének helyére utal, mely lehet az arcon, a mellkas előtt vagy akár a vállnál. A **mozgás** paraméter a kezek mozgását jelenti, például a BICIKLI és a KORCSOLYA jelek csak a két kéz egymáshoz viszonyított mozgásában térnek el. Az **orientáció** arra utal, hogy a tenyér merrefele néz. Ezen kívül fonológiai komponensként tartják számon a **mimikát** is, mely magában foglalja az artikulációt (a jelet kísérő szó artikulációja) és az ajakgesztusokat (csücsörített száj az jelenti, „ilyen kevés”, a felfújott arc azt, „ilyen sok”, Szabó 2007). Amellett, hogy a modalitásbeli különbség nincsen hatással arra, hogy a lexikális elemek kettős tagolódást mutassanak, a vizuális és akusztikus modalitás sajátosságai feltűnőek ezen a szinten. Míg a hangzó nyelvek szekvenciálisan építkeznek, azaz a fonémák egymás után következnek, addig a jelnyelvekre a párhuzamos építkezés a jellemző, tehát a paraméterek egyidejűleg jelennek meg (Sandler 2017).

1. ábra IDE

Kézformában eltérő jelek:



CIPŐ

ZOKNI

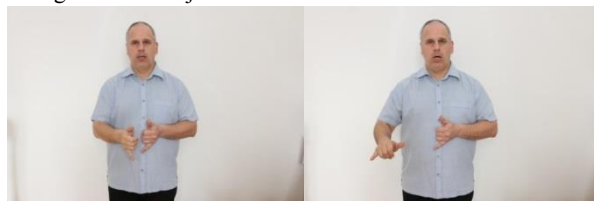
Artikulációs helyben eltérő jelek:



CSONT

OKOS

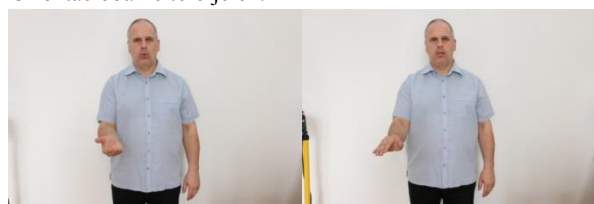
Mozgásban eltérő jelek:



BICIKLI

KORCSOLYA

Orientációban eltérő jelek:



KOLDUL

GYEREK

1. ábra: Jelnyelvi minimálpárok

1.1. Pszicholingvisztika

A hangzó nyelveknél a beszédészlelés alapja a szegmentális egységek (beszédhangok) és az ezeket moduláló nagyobb, úgynevezett szuprasegmentális jellemzők feldolgozása. A beszédfolyamban a beszédhangok jelentős akusztikai variációkat mutatnak, amelyeket a beszédészlelő rendszer „felülírja”, azaz a nyelvre jellemző kategóriák (fonémák) szerint dolgozza fel. A jelnyelvek esetében a **vizuális inger szegmentálása** az észlelés alapja. Emmorey és Corina (1990) korai eredményei szerint a jelek vizuális szegmentációja során

⁵ A jelnyelvi jelek átírása hagyomány szerint nagybetűvel történik.

is a szublexikális elemek kinyerése történik, és ezt a folyamatot szekvenciális mintázat jellemzi annak ellenére, hogy a jelnyelvi jelekben ezek a szublexikális elemek egyidejűleg jelennek meg. A jelelők ugyanis először az artikulációs helyet, majd a kézformát azonosítják, csak ezt követi végül a mozgási komponens kinyerése.

Lane et al. (1976) a kézformák, Poizner és Lane (1978) pedig az artikulációs hely megkülönböztetését tanulmányozták. Érdekes módon a siket és a nem jelelő hallók között nem volt különbség a tekintetben, hogy mely kézformákat vagy artikulációs helyeket tévesztették össze, így a kézforma és artikulációs hely diszkrimináció háttérben általános vizuális, semmint nyelvi hatások tételezhetőek fel. Ezzel szemben a mozgási paraméterek diszkriminációja (Poizner 1981) függ a nyelvi tapasztalattól. Egy ötletes kísérletben sötét szobában rögzítették a jelelést, úgy hogy a jelelő kezeire világító diódákat szereltek fel. Így csak a mozgás volt látható a felvételeken. A jelelők ezeket a jeleket könnyen azonosítják, míg nem jelelő hallók könnyen összetévesztik őket. A mozgási komponens jelentőségét a különböző fonológiai elméletek eltérően magyarázzák, abban azonban a legtöbb modell egyetért, hogy a mozgási paraméter kötelező eleme a szótagnak (Sandler 2017). Az idegtudományi magyarázatok ezzel szemben a jelnyelvi feldolgozásban a mozgást obszervációs és végrehajtó komponensekre bontják, s a mozgástanulásban és -értelmezésben fontos szerepet tulajdonítanak a tükörsejteknek (Corina–Knapp 2006a).

A beszédhangok **kategoriális percepciója** azt jelenti, hogy adott kategórián belül az akusztikus eltérések nem eredményeznek eltérő beszédhang azonosítást, míg a kategóriahatáron (két fonéma között) az átmenet éles, azaz azonos léptékű formáns - vagy más (pl. zöngéképzési idő) eltérés a beszédhang észlelése során más kategória, azaz fonéma azonosítását eredményezi (Eimas–Corbit 1973). Ennek következtében a fonémakategóriák közötti perceptuális különbségek azonosítása jó, míg a kategórián belüli különbségek diszkriminációja jellemzően gyenge. Ehhez hasonló jelenséget mutattak ki az Amerikai Jelnyelvben is (Emmorey et al. 2003). A résztvevők olyan mesterségesen előállított jeleket láttak, amelyek vagy két eltérő prototipikus paramétert jelöltek (például nyitott tenyér vagy ökölbezárt kéz), vagy azok között helyezkedtek el (félíg zárt tenyér). A személyeknek a két paraméter közötti 11 változatról kellett hasonlósági döntést hozniuk, azaz a kézjeleket valamelyik prototípushoz hozzárendelni. Míg a kézformák azonosításában a jelelők és nem jelelők nem tértek el, a paraméterváltozatok kategoriális percepciója csak a jelelő személyeknél volt kimutatható. Emmorey et al. (2003) feltételezése szerint ennek háttérben az állhat, hogy az artikulációs hely kivitelezésében eleve nagyobb változatosság figyelhető meg, e magyarázatot azonban nem támasztják alá azok az irodalmi adatok, amelyek szerint a beszédhangok esetében gyengén definiált fonémahatárok esetében is működik a kategoriális percepció (Gaskell–Marslen-Wilson 2002).

1.2. Elsajátítás

1.2.1. Korai elsajátítás:

A jelnyelv fonológiai komponenseinek elsajátítása sok tekintetben hasonló fejlődést mutat, mint a hangzó nyelvre jellemző fonológiai fejlődés. Azt azonban fontos megjegyeznünk, hogy a jelnyelv elsajátításának tanulmányozása több nehézséget is felvet. A hangzó és jelnyelv elsajátításának valid összehasonlításához olyan gyermekek nyelvfejlődését érdemes tanulmányozni, akiknek már születésüktől kezdve biztosított a nyelvhez való hozzáférés. Ennek a kritériumnak megfelel a siket gyerekek azon 5%-a, akik siket, jelelő szülőkhöz születnek, de azok a halló gyermekek is, akik siket szüleiktől szintén anyanyelvként sajátítják el a jelnyelvet. Őket anyanyelvi jelelőknek nevezzük.

A nyelvfejlődés korai állomását, a **gagyogást** a siket babák a halló babákhoz hasonlóan 7 hónapos korukra érik el (Cormier et al. 1998). A manuális gagyogás számos jellemzőjében hasonlít a vokális gagyogásra. Egyrészt jellemző rá a szótagszerkezet, mely gyakran duplázott (hangzó nyelv: bababa, jelnyelv: ciklikus mozgás). Másrészt, ahogyan a halló babáknál jellemző néhány fonéma preferenciája, a jelelő babáknál is megfigyelhető, hogy kezdetben öt kézformát preferálnak, majd később ezeket a kézformákat kezdik el behelyettesíteni az első jelekbe (Cormier et al. 1998). Végül a gagyogás során leggyakrabban előforduló artikulációs hely és kézforma a leggyakoribb az első jelentéssel bíró jelekben (Petitto–Marentette 1991), amely hasonló összefüggést mutat, mint amely kimutatható a gyakran előforduló fonémák és első szavak között is. Összességében úgy tűnik tehát, hogy a gagyogás által fedezik fel a babák a nyelv fonológiai szerkezetét, legyen az a nyelv auditív-vokális vagy vizuális-gesztikulációs.

A hangzó nyelvek elsajátításánál nagy jelentőséggel bír a **dajkanyelv**. A szülők gyermekeikhez lassabban, magasabb hangon, hosszabb szünetekkel beszélnek. Ez az egyszerűsített, ritmikus, ismétlődő nyelvi input elősegíti a beszédhangok elsajátítását (Kuhl et al. 1997), a beszédfolyam szavakká szegmentálását (Thiessen et al. 2005) valamint figyelemfelkeltő jelleggel is bír (Fernald 1985). Erre a beszédstílusra a babák preferenciát mutatnak a felnőttekre jellemző beszéddel szemben (Fernald 1985). Ez a jelenség jelnyelven is megfigyelhető (Holzrichter–Meier 2000; Masataka 1992), a felnőttek a babáknak lassabban és nagyobb mozdulatokkal jelelnek, valamint ezeket a mozdulatokat többször ismétlik. Ez segíti a jelelő babákat a vizuális input szegmentálásában. A halló babákhoz hasonlóan a siket babák is preferálják a dajkajeleket a felnőtt jelekhez képest (Masataka, 1992). Itt érdemes azt is megemlíteni, hogy a siket gyerekeknél külön figyelni kell arra, hogy a jelelés a gyermek látóterébe essen, ugyanis a nyelvelsajátítás során a gyerekeknek azt is meg kell tanulniuk, hogy hova nézzenek (Holzrichter–Meier 2000). Ez azt eredményezi, hogy a szülő kezdetben a jeleket nem a jelelési térben (testen, test előtt) vitelezi ki, hanem a gyermek testén vagy a gyermek figyelmének tárgyán (például egy játékon). Ez a dajkanyelvi módosítás a jelnyelvi közlésekre specifikus, a vizuális modalitás sajátosságából adódik.

1.2.2. Kései elsajátítás:

Mint említettük, a legtöbb siket gyerek halló családba születik, így a siket gyerekek ritkán anyanyelvi jelelők. Ezen túl a hangzó nyelv elsajátítása is fejlesztés útján indul meg, vagyis a siket gyerekek egy része csak néhány éves kora után sajátít el valamilyen nyelvet (akár hangzó, akár jelnyelvről legyen szó). Emiatt vizsgálatuk különleges lehetőséget nyújt a **szenzitív periódus** tanulmányozásához, vagyis ahhoz, hogy milyen életkorig sajátítható el a nyelv. Szenzitív periódusnak (Locke 1997) azt az időszakot tekintjük, mely a legoptimálisabb a nyelvi „hangolásra” (tuning). Ezen a perióduson túl a nyelvi fejlődés sokkal lassabb és az elsajátítás sikeressége is kérdéses.

Hangzó nyelvek esetében a fonológia elsajátításának szenzitív periódusát az első évre teszik. Ez alatt a babák elsajátítják az anyanyelvükre jellemző fonémákat, azokat meg tudják különböztetni a nem anyanyelvi fonémáktól, kialakul a kategoriális percepció (lásd Kuhl 2010). Morford et al. (2008) a kései jelnyelv elsajátítás hatását vizsgálták a kategoriális percepcióra. A jelenség az anyanyelvi jelelőknél kimutatható volt, a kései jelelők azonban a kategórián belül is jobb diszkriminációt mutattak, tehát úgy tűnik, az ő esetükben nem alakultak ki a fonémák prototípusai. Hall et al. (2012) vizsgálatában résztvevő személyeknek fonológiai hasonlósági ítéletet kellett hozniuk a bemutatott jelpárokról. Az eredmények szerint szemben a kései jelelők az anyanyelvi jelelőkhöz képest kevésbé voltak érzékenyek a fonológiai információra ítéleteikben. Nem csak a fonológiai információkra való érzékenység tér el az első nyelv elsajátításnak függvényében, hanem a fonológiai feldolgozás mintázata is. Orfanidou et al. (2009) anyanyelvi és nem anyanyelvi jelelő résztvevőiknek jelentéssel nem rendelkező, ám a jelnyelv fonotaktikai szabályainak megfelelő gesztusokat (ún. áljeleket) mutattak. Ezek kódolása jelentés nélkül kizárólag fonológiai komponensek feldolgozása révén lehetséges. Eredményeik szerint az anyanyelvi jelelőknek a mozgási komponens azonosítása volt a legnehezebb feladat, míg a jelnyelvet 6 éves koruk után elsajátítók a kézformák azonosításában tévedtek leggyakrabban. Szintén a fonológiai feldolgozás atipikusságára hívja fel a figyelmet Morford és Carlson (2011) fonéma monitorozási vizsgálata, melyben a kései jelelők a kézformát azonosították leggyorsabban, míg az anyanyelvi jelelők az artikulációs helyet. Összességében úgy tűnik, hogy a korai nyelvi input szükséges a kategoriális észlelés és a fonológiai információkra való érzékenység kialakulásához.

1.3. Idegtudomány

A halló felnőttekkel végzett idegtudományi kutatások a fonológiai feldolgozásban négy agyterület fontosságára mutattak rá. A Heschl tekervény a hallási ingerek feldolgozásában, a planum temporale a hallási és fonológiai feldolgozásban, az inferior frontális tekervény az artikulációban, a supramarginalis tekervény pedig a fonológiai feldolgozásban vesz részt. Amennyiben a jelek valóban fonológiai egységekből állnak, azt feltételezhetjük, hogy a jelnyelvi feldolgozásában a kifejezetten hallási modalitásra specializált Heschl tekervény kivételével valamennyi érintett terület hasonlóan szerepet játszik.

A **planum temporale** a superior temporalis tekervény (STG) poszterior részében (Br 22, Wernicke terület) található, közel a hallókéreghez. Hallóknál ez a terület jellegzetes aszimmetriát mutat, a bal féltekében nagyobb és más alakja van a jobb féltekei homológ struktúrához képest (Shapleske et al. 1999). A területnek fontos szerepe van az auditoros feldolgozásban, de nyelvi/fonológiai funkciója is van. Penhune et al. (2003) hasonló anatómiai eltérést (bal asszimmetria) mutatott ki siket jelelőknél is. Petitto et al. (2000) PET vizsgálatában a jelnyelvi ingerek szublexikális feldolgozása bilaterális aktivációt eredményezett a planum temporale területén. MacSweeney et al. (2002) halló és siket jelelők agyi aktivitását hasonlították össze. A jelnyelvi ingerek a halló jelelőknél kevésbé aktiválták a STG-t, mint a siketekenél. Ez arra utal, hogy a terület eredetileg az auditoros feldolgozásra specializálódott, a megfelelő input esetén pedig erre specializált marad, annak hiányában pedig funkcionálisan átszerveződik a jelnyelv feldolgozására.

Ezzel szemben a **Heschl tekervény területe** (Br 41, elsődleges hallókéreg), nem aktív a siketekenél a jelnyelv feldolgozásakor (Nishimura et al. 1999), azonban cochlea implant (CI) beültetés után az auditoros ingerlés hatására aktiválódik. Leonard et al. (2012) MEG vizsgálatukban a nyelvi ingerek feldolgozásának időbeli aspektusát is követve azt találták, hogy csak a hangzó nyelvi szavak váltanak ki korai választ (~100 ms) a hallókéregben, jelnyelvi ingereknél ebben az időablakban a vizuális kéreg mutat aktivitást. Ezen a területen tehát rigid specializáció figyelhető meg a hallási ingerekre, mely az input hiányában sem szerveződik át, viszont azt is fontos megjegyezni, hogy az aktivitása a hallásállapot függvénye és nem a nyelvi modalitás függvénye (Cardin et al. 2016).

A bal oldali **inferior frontális tekervény** (IFG) poszterior területének (Br 44, Broca terület) fontos szerepe van mind az artikulációban, mind a fonológia feldolgozásban (például fonológiai döntésekben). Ez a terület a jelek fonológiai feldolgozásában is részt vesz. Corina et al. (1999), műtét közbeni lokalizáció céljából e terület kérgi ingerlése során azt találták, hogy a jel, főként a mozgási és kézforma paraméterek kivitelezése hibás volt. MacSweeney et al. (2008) fMRI vizsgálatában a résztvevőknek fonológiai hasonlósági döntést kellett hozniuk jelekről. Az anyanyelvi jelelő csoport a halló személyek rímelés ítéleti feladatban mutatott aktivációs mintázatát mutatta, ezzel szemben a jelnyelvet 4-5 éves koruk után elsajátító csoport magasabb agyi aktivitást mutatott ezen a területen. Ez úgy értelmezhető, hogy az artikulációs, fonetikai feldolgozás a kései nyelvelsajátítás következtében kevésbé fejlett.

A **supramarginális tekervény** (SMG) szintén részt vesz fonológiai feldolgozásban. Corina et al. (1999) arra mutattak rá, hogy a terület ingerlése rossz paraméter (pl. kézforma) kiválasztását eredményezi a képmegnevezési feladatban. Ezzel szemben a látott jel megismétlése intakt ingerlés esetén is. Ez arra utal, hogy a terület a jelprodukció során a szemantika és a fonológia interakciójakor aktív, azaz szerepe lehet megfelelő jelnyelvi paraméter kiválasztásában. Hasonló eredményeket kaptak MacSweeney et al. (2008) fMRI vizsgálatukban, ahol kép párokról kellett döntést hoznia a résztvevőknek, hogy jelnyelven az artikulációs hely komponens azonos-e, hangzó nyelven pedig rímeknek-e. A feladat során a halló és siket személyek agyi aktivitásváltozása nem tért el.

Mint a fenti összefoglaló mutatja, bár a szublexikális elemek szerkezetét jelentősen befolyásolja a nyelv modalitása, ezek feldolgozás és fejlődése hasonlóan zajlik mindkét modalításban, agyi feldolgozásuk pedig modalitás-független szerveződést mutat.

2. Lexikon

A jelnyelvekben a hangzó nyelvekhez hasonlóan megtalálhatóak a főbb szófajok: a főnevek, igék, melléknevek és határozószók. Ám jó néhány eltérés is megfigyelhető. Például a jelnyelvekben, kérdéses hogy léteznek-e kötőszavak vagy névelők, továbbá vannak úgynevezett tárgy- és tevékenységjelek, melyek a mondatban elfoglalt pozíciójuk szerint tölthetnek be igei vagy főnévi szerepet (Szabó 2007).

Fontos modalitásbeli különbség, hogy a jelnyelvekre a nem lineáris morfológiai építkezés a jellemző (Szabó 2007). Míg a hangzó nyelvek esetén a morfémák gyakran (ám nem mindig, lásd flektáló nyelvek) sorban egymáshoz kapcsolódnak, addig a jelnyelveknél többnyire az alapformához egyidejűleg illesztik a morfológiai jeleket. Például a többes szám képzését a jelnyelvek gyakran úgy oldják meg, hogy megduplázzák az alapformát. Érdekes megfigyelés, hogy a mesterséges jelrendszereket, melyek a hangzó nyelv szeriális morfológiai szerkezetét próbálják tükrözni, mint a Manually Coded English (MCE), hogyan használják a siket jelelők. Sapulla (1991) eredményei szerint hiába ilyen szeriális input éri a siket gyerekeket

az iskolában, a jelrendszert a mindennapi használat során legtöbbször megváltoztatják úgy, hogy minél inkább a természetes jelnyelvek szerkezetét kövesse. Ez arra utal, hogy a vizuális modalitás nemcsak megengedi a párhuzamos morfológiai építkezést, hanem meg is követeli.

2.1. Pszicholingvisztika

A szavak tárolását és elérését a legtöbb beszédmegértési (Marslen-Wilson–Tyler 1980; Morton 1982) és beszédprodukciós modell (Levelt et al. 1999) úgy képzei el, hogy a morfémák egy mentális lexikonban tárolódnak. Az itt tárolt lexikális reprezentációk magukban foglalják a morféma formai (fonológiai, morfológiai) és jelentésbeli (szemantikai, nyelvtani) tulajdonságait. A szófelismerés során először a bejövő nyelvi inger perceptuális tulajdonságait feleltetjük meg a lexikonban tárolt reprezentációnak, majd a lexikális hozzáférés során e megfeleltetés alapján kinyerjük a szóformához tartozó jelentést. A beszédprodukciós folyamatban (Levelt et al. 1999) a lexikális előhívásnak szintén két szintje különíthető el. Először a közölni kívánt fogalom aktiválja a hozzá kapcsolódó elemeket a mentális lexikonban, melyek közül a lexikális szelekció során kiválasztjuk a fogalomnak megfelelő, szemantikailag és szintaktikailag meghatározott lexikális reprezentációt (ún. lemmát). Ezt követi a fonológiai kódolás, mely során a szó formai jegyei (fonológiai információk) is elérhetővé válnak (ún. lexéma).

2.1.1. Percepció

A mentális szótárhoz való hozzáférés vizsgálatából kiderül, hogy a jelek felismerése gyorsabb, mint a szavaké a hangzó nyelvben. Emmorey és Corina (1990) a résztvevőiknek csak egy rövid részletet mutattak be a jelek kezdetéből (33 ms), majd ennek hosszát megduplázták). A résztvevőknek elég volt csupán a jelek 35%-át látniuk a felismeréshez. Ez eltér azoktól az eredményektől, amelyek azt mutatják, hogy az angol szavak 83%-át hallaniuk kell a résztvevőknek ahhoz, hogy felismerjék (Grosjean 1980). Ennek hátterében több tényező is állhat. Egyrészt, a jelekben a fonológiai információ kevésbé szeriálisan jelenik meg, másrészt, a jelnyelvek esetében a mentális lexikonban kevesebb a versengő lexikális elemek száma, mivel kevés olyan jel van, amely megegyezik kezdő kézformában.

A hangzó nyelvek esetében kimutatott, a szófelismerést befolyásoló hatások a jelnyelvek esetében is érvényesülnek. Az egyik ilyen hatás, a jól ismert **lexikalitás hatás**, mely arra utal, hogy a szavakat gyorsabban felismerjük, mint az álszavakat, azaz hamarabb döntünk arról, hogy egy szó létezik, mint arról, hogy nem létezik. Ez a jelnyelvek vizsgálatánál is megfigyelhető, áljelekre lassabb választ adnak a jelelő személyek lexikális döntési feladatban, mint létező jelekre (Corina–Emmorey 1993). Egy másik, szintén széles körben kimutatott hatás a **szógyakorisági hatás**, amely azt mutatja, hogy a gyakori szavakat gyorsabban felismerjük, mint a ritka szavakat. Ehhez hasonlóan az is kimutatható, hogy a gyakori jeleket gyorsabban felismerik a jelelők, mint a ritka jeleket (Carreiras et al. 2008).

A lexikális hatásokon kívül szemantikai faktorok is befolyásolják a mentális lexikonhoz való hozzáférést. A **szemantikai előfeszítési hatás** arra utal, hogy egy szót egy jelentésben kapcsolódó szó előz meg, akkor a szóhoz gyorsabban férünk hozzá (Ferrand–New 2004). Bosworth és Emmorey (2010) kimutatták, hogy az előfeszítés szemantikailag kapcsolódó jelek esetén is működik.

A mentális lexikon szerveződésében további fontos tényező a formai-alapú szerveződés. Ugyanis nem csak a hasonló **jelentésű** szavak, hanem a hasonló **hangzású** szavak is aktiválódnak a lexikonban való keresés során. A **fonológiai hasonlósági hatás** arra utal, hogy ha az előfeszítő szó hangzásában hasonló a célszóhoz, akkor a lexikális döntés gyorsabb. Azonban ha a szó eleji fonémák fednek át az előfeszítő-célszó pároknál, serkentő helyett gátló hatás figyelhető meg, tehát a döntés lassabb lesz (Norris et al. 2002). A jelnyelven végzett vizsgálatok részben ellentmondó eredményeket hoztak. Például Corina és Emmorey (1993) azt vizsgálták, van-e előfeszítő hatása az artikulációs hely, a kézforma vagy a mozgás paraméterben egyező jeleknek. Míg az artikulációs hely paraméternél gátlást találtak, addig a mozgásnál serkentőt, a kézformánál pedig nem tudtak hatást kimutatni. Dye és Shih (2006) Brit Jelnyelven az artikulációs hely és mozgás paraméterben egyező jelek között is serkentő hatást találtak. Ez összességében a fonológiai feldolgozásnál is említett paraméter feldolgozási sorrenddel. Emmorey és Corina (1990) eredményei alapján ugyanis először az artikulációs helyet azonosították a jelelők, majd a kézformát, végül pedig a mozgást. Hasonlóan a

hangzó nyelven leírt szókezdő fonológiai hasonlóság gátló hatásával, a jelnyelven az artikulációs hely lassítja a hozzáférést, míg a többi fonémában/paraméterben való egyezés serkentő hatással bír. Tehát a szókezdetnek mind a jelek, mind az akusztikus szavak felismerésben kiemelt szerepe van.

Itt fontos megemlítenünk, hogy a lexikális hozzáférés legtöbb modellje szeriális kódolást ír le a hangzó nyelvekre (Marslen-Wilson 1987; McClelland–Elman 1986). Tehát minél több hangot hallunk egy szóból, annál jobban leszűkül a potenciális szavak köre, az ún. szókezdő kohort. Végül a kohort annyira leszűkül, hogy már csak egyetlen elem marad aktív, megtörténik a lexikális hozzáférés. Jelnyelven azonban a fenti adatok alapján úgy tűnik, **két szakaszos kódolás** megy végbe (Emmorey–Corina 1990). Először az artikulációs hely, a kézforma és az orientáció azonosítása történik meg, ezáltal leszűkül a kezdő kohort néhány potenciális elemre. Ezt követően történik meg a lexikális hozzáférés a mozgás azonosításával. Ez a különbség a hangzó és jelnyelvi lexikális feldolgozásban arra hívja fel a figyelmet, hogy a fonémák percepciójának időbeli sajátossága hatással van a szófelismerési folyamatok szerveződésére.

2.1.2. **Produkción**

Ahogy a hangzó nyelvek vizsgálatában, a jelnyelveknél is kevesebb kísérlet tanulmányozta a produkciót. Az első és egyben legjelentősebb különbség a jelnyelvek és a hangzó nyelvek produkciójában, az artikuláció sebessége. Míg a jelek percepciója gyorsabb a hangzó nyelv szavainak hozzáféréséhez képest, a produkció tekintetében éppen ellentétes hatás mutatható ki: egy másodperc alatt az angolban átlagosan 4-5 szó mondható ki, ám ugyanennyi idő két jel artikulációjára elegendő csupán (Bellugi–Fischer 1972). Ennek oka, hogy a jelnyelvi artikulátorok (kezek) lassabbak a hangzó nyelvi artikulátorokhoz (száj és nyelv) képest, tehát a különbség a fonetikai implementációban van, nem a produkció mögöttes folyamataiban.

A jelprodukció vizsgálatában a hangzó nyelvi produkció korai eredményeihez hasonlóan, a nyelvi hibázások tanulmányozása volt a kezdeti lépés. A jelnyelvek esetében is találhatunk úgynevezett „**kézbotlásokat**” (Hohenberger et al. 2002), melyekből a produkciós rendszer szerveződésére következtethetünk. A hangzó nyelveknél előforduló nyelvbtlások lehetnek jelentés és formai alapúak is (Meringer és Mayer, 1985). A jelnyelvi „kézbotlások” esetében is hasonló trend mutatkozik, jóllehet a fonológiai paraméterek nem egyforma mértékben érintettek a hibázásokban. Számos megfigyelés mutatja, hogy a leggyakrabban a kézforma kiválasztásában történik hiba (Hohenberger et al. 2002).

Ezen kívül a **nyelvem hegyén van jelenség** nemcsak a hangzó nyelvek használóit érinti. Ilyenkor a személy számára a szemantikai és szintaktikai információk elérhetőek a produkciós folyamatban, azonban a fonológiai információk nem vagy csak részlegesen hozzáférhetőek. Ez arra utal, hogy szemantikai és fonológiai információ előhívása egymástól független, tehát a szóformához és a szójelentéshez való hozzáférés külön feldolgozási folyamatok. Ez az állapot jelelőknél is előfordul (Thompson et al. 2005). Azonban míg hangzó nyelven sokszor csak az első fonéma hozzáférhető a szóalakból, jelnyelven általában csak egy paraméter nem hozzáférhető (például a mozgás vagy a kézforma). Ez arra utalhat, hogy nincs egy preferált fonológiai elem, amely a jelnyelvi lexikonban irányítaná a keresést. A jelenség nem egyformán érinti a fonológiai paramétereket, ugyanis a kézforma, az artikulációs hely és a tenyér orientációja gyakrabban hozzáférhető a mozgási komponenshez képest. Ez a kétszakaszos kódolási (Emmorey–Corina, 1990) elmélettel magyarázható, mely szerint a paraméterek leszűkítik a szókohortot, majd a második szakaszban a mozgás azonosítása is végbemegy. A nyelvem hegyén van jelenség létezése arra hívja fel a figyelmet, hogy a jelnyelvi feldolgozás során is külön szinten zajlik a fonológiai és a szemantikai feldolgozás.

A produkció vizsgálatában nagy figyelmet kapott a **lexikális szelekció**. Levelt (1999) beszédprodukciós modellje szerint a produkciós folyamatban először történik a lexikális szelekció, majd ezt követi a fonológiai/fonetikai specifikáció. Ezt azok az interferenciafeladatok eredményei támogatják, melyekben a résztvevőknek képeket kellett megnevezniük, miközben egy olyan szót láttak vagy hallottak, amely szemantikailag vagy fonológiailag hasonlított a megnevezendő szóra. Hangzó nyelveknél a kép megjelenése előtt bemutatott szemantikailag hasonló inger gátlást (lassabb megnevezést) eredményez. Amennyiben a kép megjelenésével egy időben vagy után mutatjuk be az ingert, a fonológiailag hasonló inger serkentő hatása (gyorsabb megnevezés) mutatható ki (Schriefers et al. 1990). Corina és Knapp (2006) eredményei szerint, mikor a megnevezendő képet egy szemantikailag kapcsolódó jel előzte meg, a jelelőknél

is kimutatható volt a szemantikai interferencia (lásd még Baus et al. 2008). Azonban a fonológiai serkentés nem volt megfigyelhető. Meglepő módon azonban, amennyiben a fonológiai hasonlóság a megegyező artikulációs hely és mozgás paraméterekből eredt, serkentő hatás jelentkezett. Bár a jelnyelvi paraméterek közül a mozgás és hely kitüntetett szerepet játszik (Baus et al. 2014; Dye–Shih 2006), a fenti eredmények alapján összességében úgy tűnik, hogy a produkciós folyamatok szintjén modalitástól függetlenül érvényesül, hogy a lexikális szelekció időben megelőzi a fonológiai kódolást.

Hangzó nyelveknél két szó egyidejű produkciója lehetetlen, a modalitás megköveteli a szekvenciális építkezést. Jelnyelv esetén azonban **több artikulátor** is rendelkezésre áll. Két jel egyidejű produkciója ritka, azonban a jelelés és az azzal párhuzamos artikuláció rendszeresen megfigyelhető, ez pedig több kérdést is felvet a lexikális szelekcióval kapcsolatban. Egyrészt a produkció mely szintjén történik a lexikális elem kiválasztása? Amennyiben ez a lemma szinten történik, azt várhatjuk, hogy a két nyelven aktiválódott szavak közül csak az egyik vagy másik nyelven artikulálják a szót, a két nyelv között pedig átváltanak (ún. kódváltás). Ha azonban az artikuláció szintjén kerül két nyelv elemei közül egy kiválasztásra, akkor abban az esetben, mikor ilyen artikulációs korlát nincsen, a két nyelvi elem egyidejű megjelenése lesz jellemző (kód-elegyítés). A szimultán jelelés és artikuláció tanulmányozására kitűnő lehetőséget nyújt a bimodális bilingvális személyek nyelvprodukciójának vizsgálata. Emmorey et al. (2008) vizsgálatukban azt kérték a résztvevőktől, hogy meséljenek el egymásnak egy történetet. Az eredményeik arról tanúskodnak, hogy megnyilvánulásaikban gyakoribb a **kód elegyítés** (angol és jelnyelv egyszerre), mint a kódváltás (magyar nyelvű eredményekért lásd Rácz 2009). Ez arra utal, hogy a kétnyelvű produkció során nemcsak aktiválódnak mindkét nyelv lexikális reprezentációi, de ezek közül nem szükséges egyetlen elemet kiválasztani a produkciós folyamatban.

2.2. Elsajátítás

2.2.1. Korai elsajátítás:

A szókincs elsajátítását tekintve az egyik legvitatottabb téma az úgynevezett **jelnyelvi előny**. Ez arra utal, hogy az első jelek előbb jelennek meg, mint az első szavak. Siket babák már 8 hónapos korban elkezdnek jelelni, míg az első szavak 10-13 hónapos korban jelennek meg először (Anderson–Reilly 2002). Ám az első jelek gyakran csak prelingvális kommunikációs gesztusok, amelyek a halló babáknál is megjelennek, viszont a hangzó beszéd esetén ezeket nem szokás nyelvi adatnak tekinteni. Amennyiben a gesztusok jelként történő értelmezésére szimbolikus és referenciális kritériumokat alkalmaznak (például a jeleket nem minden lexikális kategóriára használják, csak igeiként), a különbség eltűnik, és mind jelnyelven, mind hangzó nyelven 1 éves kor körül jelennek meg az első szavak. A szókincsfejlődés elindulásáért tehát általános érési mechanizmusok felelnek, melyek az artikulációs és perceptuális rendszertől függetlenek.

A legkorábban megjelenő nyelvi elemek az úgynevezett **dajkanyelvi szavak** vagy jelek. Ezek a felnőtt lexikális elemek fonológiai egyszerűsítései, mint a kuku a kutya helyett vagy az egyszerűbb kézforma használata a jelekben (Kozma 2013). Mindkét modalításban az artikulációs nehézség határozza meg a fonémák helyettesítését. Conlin et al. (2000) például megfigyelte, hogy a jelelő babáknak a legnehezebb a kézforma, kevésbé a mozgás, és legkevésbé az artikulációs hely elsajátítása. Ez a fejlődésmenet tükrözi a nagy mozgások és finommotoros mozgások fejlődésének sorrendjét.

2.2.2. Kései elsajátítás

A kései első nyelv elsajátítása a lexikális feldolgozásra is kihat. Esettanulmányok leírásából (Morford 2003; Ferjan Ramirez et al. 2013) úgy tűnik, a **szókincs elsajátítása** hasonlóan történik, mint az anyanyelv korai elsajátításánál. Ugyan kezdetben a fejlődés tipikus mintázatot mutat, az alapszókincs elsajátítása után a szókincsfejlődés lelassul és elmarad a tipikus szókincsfejlődés ütemétől (Garfinkel 2005).

Bár a jelprodukció lassú ütemben, de felzárkózni látszik, a **megértés fejlődésében** komoly deficit mutatkozik akár 7 évnyi jelnyelvhasználat után is (Morford 2003). Ez a mintázat meglepő, hiszen a tipikus nyelvelsajátítás során az értés fejlődése megelőzi a produkció fejlődését. A lexikális feldolgozás nehézségeinek hátterében feltételezhetően a kevésbé automatizálódott feldolgozási

folyamatok állhatnak. Mayberry (1994; 1993; 1989) adatai szerint a jelnyelvet korán elsajátítók emlékezeti feladatban jellemzően szemantikai hibákat követtek el, például a FIATAL jelet hívták elő az IDŐS helyett. A kései jelek ezzel szemben fonológiai hibákat vétettek, például egy kézformában megegyező, ám teljesen eltérő jelentésű jelet hívtak elő. Ezt Mayberry (1994) azzal magyarázza, hogy a lexikális hozzáférés az anyanyelvi jelelőknél automatikus, a feldolgozás során a jelentésre koncentrálnak, viszont a nem anyanyelvi jelelőknél a fonológiai információ feldolgozása nem automatizálódott, így az áll a feldolgozás fókuszában a jelentés helyett. Ezt támasztja alá Dye és Shih (2006) fonológiai előfeszítés kísérlete is, melyben a kései jelek egyrészt lassabban hoztak lexikális döntést, másrészt az előfeszítő inger lexikális státusza (jel vs. áljel) is befolyásolta válaszukat, míg az anyanyelvi jelelőknél ilyen hatás nem jelentkezett. Emellett a mentális lexikonban való keresésnél a nem anyanyelvi jelek a kézformára támaszkodnak (Morford–Carlson 2011), míg az anyanyelvi jelelőknél nincsen egy kitüntetett paraméter, amely a keresést irányítaná (Emmorey–Corina 1990). Ez egybecseng a fonológiai feldolgozásnál ismert eredményekkel, mely szerint a fonológiai feldolgozás megfelelő fejlődéséhez a korai nyelvi input elengedhetetlen.

2.3. Idegtudomány

Az egyik legelső kérdés, amit a jelnyelvek tanulmányozása felvetett az, hogy a hangzó nyelvre jellemző **bal féltekei dominancia** a jelek észlelésében és produkciójában is megfigyelhető-e. Ugyanis a nyelvfeldolgozásra jellemző bal féltekei dominancia feltehetően a hallási feldolgozás bal oldali lateralizációja miatt jelentkezik. A válasz egyértelműen igen, a jelnyelv feldolgozását is, hasonlóan a hangzó nyelvhez, a bal félteke dominálja. Neville et al. (1998) EEG vizsgálatában anyanyelvi jelek siketeknél a bal féltekén regisztrált nagyobb amplitúdójú válaszokat, Petitto et al. (2000) és San Jose-Robertson et al. (2004) pedig PET vizsgálatukban mutattak ki bal féltekei dominanciát. Tehát a bal félteke nem a hangzó nyelv feldolgozására, hanem általánosságban a nyelv feldolgozására specializálódott.

A szavak feldolgozásában főként a fronto-temporális valamint a parietális területeknek van kitüntetett szerepe. Az üzenet létrehozása, vagyis a **konzeptuális kódolás** során főként az inferior temporális tekervény (ITG) aktivitás figyelhető meg (Hickok 2010). Ennél a feldolgozási szakasznál hasonló agyi aktivitási mintázatot várhatunk függetlenül attól, hogy az üzenetet hangzó vagy jelnyelven kódoljuk később, ugyanis ez a folyamat valószínűleg amodális, azaz modalitás-független. Ez valóban így is van, Emmorey et al. (2007) egy képmegnevezési feladatban kimutatta, hogy a hangzó és a jelnyelvi produkció is aktiválja a bal oldali ITG-t.

A **lexikális hozzáférés** során, mikor a szavak jelentésének kódolása, a *lemma előhívása* történik, jellemzően a mediális temporális tekervény (MTG) mediális és poszterior része valamint a szuperior temporális tekervény (STG) egyes részei aktívak (Hickok 2010; Indefrey 2011). Kép-szó interferencia feladatban a szemantikai disztraktorok feldolgozása például az MTG nagyobb mértékű bevonódásával jár (de Zubizaray et al. 2001), ami a terület szemantikai feldolgozásban betöltött szerepét támasztja alá. Néhányan beszámoltak az MTG bevonódásáról a jelnyelv lexikális feldolgozásában is (Emmorey–McCullough 2009; Emmorey et al. 2014; Jednoróg et al. 2015). Emmorey et al. (2007) képmegnevezési feladatban mutatták ki a hangzó és jelnyelvi produkcióban a MTG szerepét fMRI-vel. Emmorey és mtsai. (2014) pedig jelelt és audiovizuális hangzó nyelvi kijelentések értését vizsgálva találták azt, hogy mindkét nyelv aktiválta a MTG-t, méghozzá az STG aktivitása terjedt tovább a MTG irányába. Ez a hangzó nyelvi eredményekkel együtt a MTG és STG lexikális hozzáférésben betöltött amodális szerepére világít rá. Ezt támasztja alá Leonard et al. (2012) MEG vizsgálata is, melyben szemantikai döntési feladatban követték nyomon a jelek és szavak feldolgozásának agyi korrelátumait jó téri és idői felbontással. Az eredmények szerint a lexikális feldolgozás 300-350 ms-mal (M350 komponens) az inger bemutatása után már megtörténik, és az ehhez kapcsolódó fő agyi terület a szuperior temporális kéreg. Az idői aktiváció szintén egybevágh a hangzó nyelvi adatokkal, amelyeknél a lexikális hozzáférés agyi korrelátumaként az M350 MEG komponens, illetve az N400 EKP komponens tartják számon (Pykkänen–McElree 2007).

A **szóforma (lexéma) feldolgozásában**, azaz a fonológiai feldolgozásban/kódolásban a MTG poszterior területei, a STG és szuperior temporális árok (STS) vesz részt (Hickok 2010; Indefrey 2011). Hasonlóképpen a jelek feldolgozásában (Emmorey et al. 2014; Leonard et al. 2012; MacSweeney et al. 2002) és produkciójában (Emmorey et al. 2007) is kimutatható e területek megnövekedett aktivitása. A

terület fonológiai feldolgozásban betöltött szerepét mutatja, hogy álszavakra és áljelekre is aktiválódik (Emmorey et al. 2011; Petitto et al. 2000). Ez értelmezhető úgy, hogy ezen a területen zajlik a lexikális reprezentációk szóforma alapú keresése. Hasonló eredményekről számol be Hickok és Poeppel (2007), akik ezt a területet „lexikális szóforma-tárként” tartják számon.

A **fonetikai, artikulációs kódolás** során az inferior frontális tekervény (IFG, főként a pars operculum) valamint a precentrális tekervény mutat megnövekedett aktivitást (Indefrey 2011). E területek a jelek produkciója során is aktívak (Emmorey et al. 2007; Hu et al. 2011), és feltehetőleg az artikulációs kód megtervezéséért és kivitelezéséért felelnek.

Bár a fronto-temporális területek aktivitása nagyon hasonló a két modalitás esetén, és valószínűleg a nyelvfeldolgozás modalitás-független alaphálózatát alkotják, a **parietális területek** szerepe azonban vita tárgyát képezi. Általánosságban a jelnyelvi adatok nagyobb fokú parietális aktivitást mutatnak a hangzó nyelvekhez képest mind a bal, mind a jobb féltekében. Az, hogy ez a különálló jelek szintjén is kimutatható, arra utal, hogy a különbség lexikális szinten keresendő. Például Emmorey et al. (2007) erősebb aktivitást mutattak ki a jelek produkciójakor a szuperior parietális lobule-ban (SPL) és az inferior parietális lobule (IPL) egyik részén (szupramarginális tekervény (SMG)). A SPL aktivitás feltehetően egy a jelnyelvre specifikus folyamatot, a motoros output proprioceptív monitorozását tükrözi. A SMG szintén jelnyelv-specifikus aktivitást mutatott, azonban ez nem csak a jelek produkciójakor kimutatható, hanem a percepcióban is (MacSweeney et al. 2002). Emmorey et al. (2007) úgy érvelnek, ez a terület a jelnyelvi paraméterek kiválasztásában és jellé való integrációjában játszik szerepet. Természetesen azt is meg kell jegyeznünk, hogy a hangzó nyelvek vizsgálata során kimutatott parietális aktivitás (SMG, anguláris tekervény (AG), Indefrey, 2011) funkciója sem tisztázott, így a fenti eredményeket is érdemes inkább tesztelendő hipotézisekként kezelni, melyek feltárása további kutatásokat igényel.

A **nyelvi depriváció** hatását vizsgálva érdekes eredményekkel szolgálnak Ferjan Ramirez et al. (2014). MEG vizsgálatukban két olyan siket felnőttet vizsgáltak, akik serdülőkorukig nem sajátítottak el sem hangzó, sem jelnyelvet, és csak ezután tanultak meg jelelni. Ahhoz, hogy esetükben a depriváció hatását vizsgálni tudják, olyan hallókkal hasonlították össze őket, akik serdülő korukban, idegen-nyelvként kezdték el tanulni az Amerikai Jelnyelvet. Mind az anyanyelvi jelelők, mind az idegen nyelvként jelnyelvet tanulók a klasszikus balra lateralizált fronto-temporális nyelvi területeket aktiválták a jelnyelv feldolgozásakor. Ezzel szemben a jelnyelv késői elsajátítása főleg a jobb félteke bevonódást eredményezi, különös tekintettel a szuperior parietális, anterior okcipitális és a prefrontális területeken kimutatható megnövekedett aktivitásra. Ez arra hívja fel a figyelmet, hogy a szenzitív periódus utáni nyelvi input a klasszikus nyelvi hálózat megbomlásához, atipikus szerveződéséhez vezet.

3. Szintaktikai feldolgozás

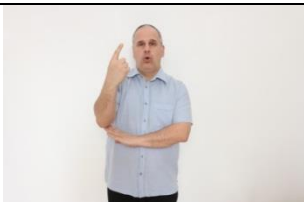


A modalitásból eredő különbségek főleg a szintaxis szintjén jelennek meg, ugyanis a jelnyelvek számos nyelvtani funkciót a jelekkel egyidejűleg fejeznek ki a **mimika** segítségével. Például a jelelést kísérő arkifejezés jelzi, hogy a kérdés eldöntendő vagy kiegészítendő, hogy a mellékmondat alárendelt vagy mellérendelt kapcsolatban áll-e a főmondattal. Tehát ezek a grammatikai szerkezetek ugyanúgy fellelhetők a jelnyelvekben, mint a hangzó nyelvekben, ám megvalósulásuk eltér a hangzó nyelvek által alkalmazottaktól.

Egyik legkülönlegesebb tulajdonsága a jelnyelvi szintaxisnak a térindexálás (Szabó 2007). A térben kiosztott pontok (ún. **térpontok**) referenseket jelölnek. Az igei egyeztetés ezek között a térpontok között valósul meg. Például ha jelelő a bal oldalon jelöli ki a KUTYA (1) és jobb oldalon a CICA (2) térpontját, majd a HARAP igt (1)-ből (2) felé irányítva jeleli, akkor a kutya harapta meg a cicát. Amennyiben az igei egyeztetés iránya (2)-(1), akkor a cica harapta meg a kutyát.

A téri viszonyok leírására az angol nyelv prepozíciókat (in, on) alkalmaz, a jelnyelv ezzel szemben ún. **osztályozókat** (classifiers). Ezek a morfémák a tárgyakat, embereket részben ikonikusan reprezentálják, és a tárgyak alakjának, méretének (például a G kézforma hosszú egyenes tárgyakra), elhelyezkedésének (például a C kézforma a poharak, B kézforma az autók

elhelyezkedésére), valamint mozgásának leírására szolgálnak (lásd 2. ábra). Ezeknek a struktúráknak a nyelvi szerepe vitatott ikonikus voltak miatt, viszont a jelnyelvek mindegyikére jellemző és egyik különleges közlési formája, így számos kutatás irányult vizsgálatára.

2. ábra IDE

Kézforma	Példa használatra	Jel
G	fa, oszlop jelölése	
C	pohár elhelyezkedése az asztalon	
B	autó elhelyezkedése vagy mozgása	

2. ábra: Osztályozók és használatuk

3.1. Pszicholingvisztika

A pszicholingvisztikai kutatások során sok figyelmet kapott a **névmási visszautalás** (anafora) vizsgálata. Hangzó nyelvben kimutatták, hogy a névmás aktiválja az előző tagmondatban azt a névszót, amire visszautal (az ún. antecedenst), így annak feldolgozása gyorsabb (Gernsbacher 1989). Ez a hatás jelnyelvekben is megfigyelhető. Emmorey et al. (1991) mondatokat mutattak be amerikai jelnyelven, melyek vagy tartalmaztak névmást, vagy nem. Ezután egy jelről kellett eldönteniük, hogy szerepelt-e az előzőleg látott mondatban. A célingerként bemutatott jel vagy az antecendens, vagy pedig egy másik jel volt. Az eredmények szerint az antecendensként bemutatott főnevekre gyorsabban válaszoltak a személyek. Az antecendens feldolgozása akkor volt a leggyorsabb, mikor névmás utalt rá vissza a mondatban.

Már a lexikális szint vizsgálatánál is kitűnt, mennyivel több vizsgálat foglalkozik a percepcióval, mint a produkcióval. Ez még inkább így van a szintaxis szintjén, különösen a jelnyelvek vizsgálatában. A hangzó nyelvek tanulmányozásában jelentős szerepet kapott a **szintaktikai előfeszítés** jelensége. Ez arra utal, hogy ha egy adott nyelvtani struktúrát hall valaki, a későbbiekben nagyobb arányban fog ugyanilyen nyelvtani szerkezeteket produkálni (Bock 1986). Hasonló jelenségről számolt be Hall et al. (2015) az Amerikai Jelnyelvet vizsgálva. A résztvevőknek egy jelnyelvi modell adta az instrukciót egy képválasztási feladathoz. Az instrukció kétféle szintaktikai szerkezet lehetett: pre-nominális (VÁLASZT ZÖLD KŐ.) vagy poszt-nominális (VÁLASZT KŐ ZÖLD). Ezt követően a résztvevőknek egy képet kellett megnevezniük (egy zöld madarat). Amennyiben a képet pre-nominális előfeszítés előzte meg, a válaszok inkább pre-nominális leírást alkalmaztak, míg poszt-nominális előfeszítés esetében fordítva. Az eredmény rávilágít, hogy a nyelvtani szerkezetek modalitástól függetlenül pszichológiai reprezentációval bírnak, melyet a jelek is aktiválnak a beszédprodukció során.

3.2. Elsajátítás

3.2.1. Korai elsajátítás:

A különböző szintaktikai elemek elsajátítására vonatkozóan számos tanulmány született. A **mimika** megjelenését tekintve tudjuk, hogy az érzelmi arckifejezéseket már egyéves korukban használják a gyerekek. Felmerül a kérdés, hogy a siket gyerekek ezeket az arckifejezéseket felhasználják-e a grammatikai rendszer kiépítéséhez.

Korábban utaltunk arra, hogy kétféle kérdő mondat létezik, s ezek eltérő mimikát igényelnek. Míg az eldöntendő kérdéseknél csak mimikai komponens jelenik meg, kiegészítendő kérdéseknél a kérdőszó és a mimika is kötelező komponens (3. ábra). Az eldöntendő kérdéseknél már 1;6 éves kortól helyesen használják a mimikát (az összehúzott szemöldököt), a kiegészítendőkéknél viszont az arckifejezések fejlődése U-vonalú görbét követ (Reilly et al. 1991). Először megfelelően használják a mimikai komponens, majd ezt egy olyan szakasz követi, mikor csak a manuális jelet használják, és a mimika elmarad. Végül 3;6 éves kortól megint helyesen használják a mimikát is, immár a manuális jellel együtt. Megjegyzendő, hogy minden gyereknél van olyan nyelvfejlődési szakasz, amikor csak a kézjeleket használja a mimikai komponens nélkül, tehát ez a fejlődésmenet univerzálisnak tűnik. Összességében tehát a gyerekek a szintaktikai szerkezeteket először manuálisan jelölik, és hozzá társuló nem-manuális komponens csak később sajátítják el. Reilly et al. (1991) ezt úgy magyarázzák, hogy a szabad morfémákat előbb elsajátítják a gyerekek, mint a kötött morfémákat, és míg a manuális jelek szabad morfémák (állhatnak magukban is), addig a mimika kötött (csak valamely más morfémával együtt jelenhet meg).

3. ábra IDE – fekvő



3. ábra: Eldöntendő és kiegészítendő kérdés jelnyelven

Bár az **igei egyeztetés** ikonikus tulajdonságokkal bír a jelnyelvekben, a vizsgálatok szerint (Meier 2002; Morgan et al. 2006) az elsajátítás morfológiai elveket követ. Két éves kortól az igeiket még nem ragozott alakban használják (ADNI), az egyeztetés csak később jelenik meg, de még gyakoriak a hibázások (pl. neked adom a nekem adod helyett). Az igei egyeztetés fejlődése 5 éves korig is elhúzódik, e mögött valószínűleg memóriaterjedelmi korlátok állhatnak, vagyis ebben a korban még nem tudják megjegyezni, hogy a kijelölt térpontok kire/mire utalnak vissza. Összességében tehát úgy tűnik az ikonikusság egyáltalán nem facilitálja az igei egyeztetés elsajátítását.

Az **osztályozók** elsajátítása – melyek nyelvi struktúráként való értelmezése, mint fentebb említettük, ikonikusságuk miatt kérdéses – sokáig tart a siket gyermekek számára (Slobin et al. 2003). A jelelő gyerekek 3 éves kortól kezdik használni ezeket a szerkezeteket, azonban még 3,5 és 6 éves kor között is számos hiba figyelhető meg, például helyettesítik a kanonikus kézformát egy másikkal, vagy csak a mozdulatot hajtják végre anélkül, hogy specifikálnák, mely tárgyra vagy személyre vonatkozik a mozgás. A megfelelő kézforma kiválasztására már 5-6 éves korukban képesek a gyerekek, azonban ekkor még mindig főként magára a cselekvésre összpontosítanak, és gyakori az is, hogy a mozgási komponens is kihagyják, ennek fejlődése 11-12 éves korig is elhúzódik. Ennek oka lehet, hogy a két kéz koordinációja nem elég fejlett még, valamint a memóriaterjedelmi korlát itt is megjelenik, ugyanis a gyerekek korábban képesek helyesen kifejezni olyan osztályozós szerkezeteket, amelyek csak egy referensből és egy helyből állnak (pohár az

asztalon), mint amelyek két referenst vagy két helyet (pl. kezdő és végcél) tartalmaznak. Az ikonikusság e szerkezeteknek az elsajátítását sem facilitálja tehát.

3.2.2. Kései elsajátítás:

A kései nyelvi input hatása a nyelvfejlődésre a szintaxis szintjén is jelentkezik. Számos vizsgálat számolt be alacsony nyelvtani kompetenciáról kései jelelő siketknél (Mayberry–Eichen 1991; Morford 2003).

Boudreault és Mayberry (2006) vizsgálatában a résztvevőknek a grammatikai ítélet feladatban arról kellett dönteniük, hogy a bemutatott jelnyelvi mondatok nyelvtanilag helyesek-e. A jelnyelvvvel késői életkorban találkozó résztvevők kevésbé voltak érzékenyek a nyelvtani sértésekre, mint az anyanyelvi jelelők. Newport (1990) azonban anyanyelvi és kései jelelők összehasonlítása során a szórend feldolgozásában nem talált különbséget. Hasonló eredményekről számoltak be Hall et al. (2015) szintaktikai előfeszítés vizsgálatukban, ahol a kései jelelők az anyanyelvi jelelőkhöz hasonló mértékű előfeszítést mutattak. Ez azt sejteti, hogy noha az első nyelv kései elsajátítása, súlyos nyelvi deficitekhez vezet a nyelvtani struktúrák feldolgozásában, ennek hátterében nem a szintaktikai szerkezetek reprezentációjának kialakítására és elérésére való képtelenség áll.

3.3. Idegtudomány

A mondatfeldolgozás idegtudományi vizsgálata főként a szemantikai és szintaktikai folyamatok elkülönítésére és ezek neurális korrelátumainak leírására koncentrált (Capek et al. 2009; Friederici et al. 2000; Friederici 2012; Neville et al. 1997). Ezek a vizsgálatok arról számoltak be, hogy a szemantikai feldolgozást centro-parietális negativitás jellemzi 400 ms körül (N400), mely a hippocampus, a STS és a hallókéreg aktivitásával jár. Ezzel szemben a nyelvtani feldolgozás két szakaszban megy végbe. A korai (140–400 ms) szakaszban egy balra lateralizált negatív amplitúdójú válasz jelenik meg az anterior területeken (ELAN), pontosabban az anterior temporális és az inferior frontális kéregben. Ekkor a nyelvtani struktúra építése zajlik. A késői szakaszban (600 ms) egy pozitív amplitúdójú válasz (P600) vezethető el, mely a szintaktikai szerkezet monitorozásáért és javításáért felel, és a bazális ganglionok aktivitása követi. A jelnyelvek esetén is elkülönül a szemantikai és szintaktikai feldolgozás, sőt, a hangzó nyelvekhez hasonló téri és idői mintázatot mutatnak (Capek et al. 2009). Azonban konzisztensen kimutatható a jelnyelvi mondatok feldolgozása esetén a **jobb félteke** nagyobb szerepe, főleg a superior temporális és a poszterior parietális területeken (MacSweeney et al. 2002; Newman et al. 2015).

A **superior temporális területeken** hangzó nyelveknél csak a bal féltekei területek aktívak, a jelnyelv esetén azonban a jobb félteke homológ területei is (Emmorey et al. 2014; MacSweeney et al. 2002). Capek et al. (2009) arra hívják fel a figyelmet, hogy amennyiben a hangzó nyelvet sem csak auditorosan mutatják be, hanem audiovizuálisan, szintén bilaterális eloszlás figyelhető meg. Tehát a jobb féltekei temporális területek aktivitása a kommunikációs partner vizuális észleléséből származik, mely jelnyelv esetén mindenképpen megtörténik. Így ennek a területnek a bilaterális aktivitása, bár modalitás-függő, nem a jelnyelvre specifikus.

Ezzel szemben a **parietális területeken** található jobb féltekei extra aktivitás a jelnyelvre specifikus. Az **osztályozók** vizsgálata érdekes eredményekkel szolgál e területek funkciójával kapcsolatban. Amennyiben hallóknak prepozíciós kifejezésekkel kell leírni téri relációkat, az inferior parietális lobule-on (IPL) belül a bal szupramarginalis tekervény (SMG) mutat aktivitást (Damasio et al. 2001). Amennyiben siket jelelőknek kell téri relációkat nyelvi eszközökkel kifejezni, más mintázat figyelhető meg PET vizsgálatban. Az osztályozókkal kifejezett téri viszonyok (pohár az asztalon) az SMG-t bilaterálisan aktiválják, míg a jelnyelvi prepozíciókkal leírt relációk esetén a jobb oldali SMG mutat fokozottabb aktivitást (Emmorey et al. 2002). Ehhez hasonló mintázatot találtak az osztályozós szerkezetek feldolgozásakor a parietális területeken (IPL, SPL) is (Emmorey et al. 2013; Jednoróg et al. 2015).

A nyelvtani struktúrák neurális hátteréről szolgál további érdekes adatokkal Jednoróg et al. (2015) kurrens kutatása. A kutatók a lengyel siket közösség körében használt természetes jelnyelvet (PJM) és a jelelt lengyelt hasonlították össze fMRI vizsgálatukban. Ez utóbbi egy mesterségesen létrehozott jelrendszer, mely a lengyel hangzó nyelv morfológiáját és grammatikáját követi. A klasszikus nyelvi területeket (STG, MTG, IFG) mindkét jelnyelvi forma aktiválta. Ezek a területek főleg szemantikai feldolgozást tükröznek. A PJM a jelelt lengyelhez képest nagyobb aktivitást váltott ki a bal superior temporális tekervényben (STG),

és főként az anterior temporális lebenyben (ATL). A hangzó nyelvi adatok szerint ez a terület a nyelvtani struktúra feldolgozásáért felel (Friederic, 2002). Ez arra hívja fel a figyelmet, hogy a szintaktikai feldolgozás szempontjából nagy jelentősége van annak, hogy természetes nyelv feldolgozásáról van-e szó, ugyanis úgy tűnik, az agy a természetes nyelvi struktúrákat tudja hatékonyan feldolgozni.

4. Összegzés és kitekintés

4.1. Mit tudtunk meg az emberi nyelvről?

A tanulmányban bemutattuk a hangzó és jelnyelvekre jellemző nyelvi szerveződést, az ezek mögött meghúzódó kognitív folyamatokat és ezek idegtudományi hátterét. Egyrészt modalitástól függetlenül, a nyelvek hasonló nyelvi szintekre tagolódnak, az egyes szinteken azonban lehetnek eltérések az egyes nyelvi funkciók megvalósításában. Másrészt a nyelvi feldolgozás mögött álló kognitív folyamatok többsége is modalitástól független működés mutat. A hangzó nyelv és jelnyelv között fellelhető különbségek, például a lexikális hozzáférés szeriális versus kétszakaszos folyamata, további feltárást igényel. A hasonlóságok és a különbségek is fontos elméleti implikációval bírnak a nyelvfeldolgozás kognitív modelljei számára. Harmadrészt a nyelv neurális szerveződése nagyrészt a modalitástól független. Ez jelentős eredmény annak tekintetében, hogy a hangzó és jelnyelv észlelése és produkciója mennyire más csatornákon zajlik. A két modalitás között fellelhető különbségek főként az input perceptuális feldolgozásának különbségéből adódtak. Ez arra hívja fel a figyelmet, hogy a nyelvfeldolgozás hátterében egy amodális nyelvi hálózat áll. Végül a nyelvfejlődési vizsgálatok eredményei arra mutattak rá, hogy a nyelvelsajátítás menete nem függ a modalitástól, hanem általános kognitív fejlődési folyamatok állnak a hátterében.

A nyelvelsajátításra az agy a szenzitív periódusban a legfogékonyabb, ezen az időszakon túl a fejlődés lassabb, és az eredmény korántsem tökéletes. A nyelvi depriváció hatása siket gyermekek fejlődése során kiemelt kérdés, ugyanis ők hallás hiányában spontán módon nem képesek a környezet hangzó nyelvének elsajátítására, többségük pedig családi környezetben nem találkozik a jelnyelvvvel, csak később az iskolában. Emiatt különös figyelmet kell fordítani arra, hogy a siket gyermekek a szenzitív periódus ideje alatt kapjanak megfelelő nyelvi inputot.

4.2. Kitekintés

A napjainkra jellemző technikai fejlődés, az egyre korszerűbbé váló hallókészülékek térhódítása, a **cochleáris implantáció** elterjedése és a korai szűrés protokolljának (OAE, ABR, BERA) bevezetése nyomán ma már minden súlyos hallássérült gyermek számára lehetővé válik a hallás biztosítása, mely megfelelő alapot nyújt a hangzó nyelv elsajátításához. Az auditív, vagy hallásra alapozott korai fejlesztés alapja a gyermek ellátása a jól működő, megfelelő halláskorrekciót biztosító hallókészülékkel, vagy Cochleáris implantátummal. A szakirodalmi adatok összehasonlító elemzése alapján Geers (2006) arról számolt be, hogy a CI meggyorsítja a nyelvi fejlődés és a beszédképességek fejlődésének átlagos ütemét súlyosan hallássérült gyermekek esetében, szemben azokkal, akik csak hallókészüléket használnak. Geers és Moog (1994) úgy találta, hogy a CI-t használó gyermekeknek a hallókészülékhez képest jobbak az aktív szókincs, a szintaxisok megértése és a beszédprodukció gyakorisága terén. Az első életév előtt cochleáris implantátumot kapott siket gyermekek beszéd értése és expresszív nyelvi fejlődése a hasonló korú halló gyermekekkel azonos fejlettségi szintet mutat (Leigh et al. 2012). Ugyanakkor azt is el kell mondani, hogy a korai diagnózisnak és az optimális hallási erősítésnek köszönhetően a siket gyermekek legtöbbször beszédprodukciója tiszta, társalgási kompetenciája jó, ami gyakran el is fedheti a beszédértésbeli nehézségeiket (Archbold–Mayer 2012).

Amint a **jelnyelv** elsajátításnál tárgyaltuk, a szenzitív periódus a vizuális modalitásban is érvényesül. Amíg az anyanyelvi jelek a nyelvi fejlődés tipikus mintázatát, magas nyelvi kompetenciát és a nyelvi feldolgozás tipikus agyi szerveződését mutatják, addig a jelnyelvet késői életkorban elsajátítók atipikus mintázatot mutatnak. A fonológiai feldolgozás az ő esetükben nem automatizálódott, erőfeszítést igényel a lexikális hozzáférés, mely a nyelvi értést jelentősen rontja. Ezzel szemben a produkció kisebb mértékű lemaradást mutat, így az a korántsem megszokott helyzet áll elő, hogy a produkciós képesség meghaladja a megértési képességet. Emiatt azoknál a siket gyermekeknél, akik csak a szenzitív periódus után sajátítják el a jelnyelvet, külön figyelmet kell

fordítani a megértés segítésére. Az idegtudományi eredményekből az is kirajzolódik, hogy a késői jelnyelv-elsajátítás atipikus neurális szerveződéshez vezet. Jednorog et al. (2015) vizsgálata arra is rávilágított, hogy a természetes nyelvet az idegrendszer másként dolgozza fel, mint a mesterségesen létrehozott jelrendszereket. Ez összecseng Sapulla (1991) megfigyelésével, hogy a jelelt angol (MCE) szeriális morfológiai struktúráját a gyerekek megváltoztatják és „jelnyelvből” teszik. Ezek az eredmények arra hívják fel a figyelmet, hogy a jelnyelvi fejlesztés során a természetes jelnyelvek struktúráját ajánlott használni.

Fentebb felvázoltuk a hangzó nyelvi és jelnyelvi fejlesztés néhány kérdését, azonban fontos azt is megjegyeznünk, hogy a két modalitás együttes fejlesztése a leghatékonyabb (Fitzpatrick et al. 2013). Ez számos kérdést vet fel a **hangzó nyelv és jelnyelv interakciójáról** kognitív pszichológiai és idegtudományi szinten. Ezekről azonban jelenleg még kevés ismeretünk van, annak ellenére, hogy e kérdések megválaszolása kiemelt jelentőséggel bír a hatékony nyelvfejlesztési és olvasástanítási módszerek kidolgozásában.

Irodalom

- Archbold, Sue – Mayer, Connie 2012. Deaf education: The impact of cochlear implantation? *Deafness and Education International* 14: 2-15.
- Anderson, Diane – Reilly, Judy 2002. The MacArthur Communicative Development Inventory: Normative data for American Sign Language. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education* 7: 83–106.
- Bartha, Csilla 2004. Siket közösség, kétnyelvűség és a siket gyermekek kétnyelvű oktatásának lehetőségei. In: Ladányi Mária –Dér Csilla – Hattyár Helga (szerk.): „...még onnét is eljutni túlra...” Nyelvészeti és irodalmi tanulmányok Horváth Katalin tiszteletére. Budapest: Tinta Könyvkiadó. 313–332.
- Baus, Cristina – Eva Gutiérrez-Sigut – Josep Quer – Manuel Carreiras 2008. Lexical access in catalan signed language (LSC) production. *Cognition* 108: 856–65.
- Baus, Cristina – Eva Gutiérrez – Manuel Carreiras 2014. The role of syllables in sign language production. *Frontiers in Psychology* 5: 1–7.
- Bellugi, Ursula – Susan Fischer 1972. A comparison of signed and spoken language. *Cognition* 1: 173–200.
- Bock, J. Kathryn 1986. Syntactic persistence in language production. *Cognitive Psychology* 18: 355–87.
- Bosworth, Rain G. – Karen Emmorey 2010. Effects of iconicity and semantic relatedness on lexical access in American Sign Language. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 36: 1573–81.
- Boudreault, Patrick – Rachel I. Mayberry 2006. grammatical processing in American Sign Language: Age of first-language acquisition effects in relation to syntactic structure. *Language and Cognitive Processes* 21: 608–35.
- Brentari, Diane 2010. *Sign Languages*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Capek, Cheryl – Giordana Grossi – Aaron Newman – Susan McBurney – David Corina – Brigitte Roeder – Helen Neville 2009. Brain systems mediating semantic and syntactic processing in deaf native signers: biological invariance and modality specificity. *PNAS* 106: 8784–89.
- Cardin, Velia – Rebecca C. Smittenaar – Eleni Orfanidou – Jerker Rönnberg – Cheryl M. Capek – Mary Rudner – Bencie Woll 2016. Differential activity in heschl’s gyrus between deaf and hearing individuals is due to auditory deprivation rather than language modality. *NeuroImage* 124: 96–106.
- Carreiras, Manuel – Eva Gutiérrez-Sigut – Silvia Baquero – David Corina 2008. Lexical processing in Spanish Sign Language (LSE). *Journal of Memory and Language* 58: 100–122.
- Conlin, Kimberley E. – Gene R. Mirus – Claude E. Mauk –Richard P. Meier 2000. The acquisition of first signs: place, handshape, and movement. In: Charlene Chamberlain – Jill P. Morford – Rachel I. Mayberry (szerk.): *Language Acquisition by Eye*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. 51–70.
- Corina, David P. – Karen Emmorey 1993. Lexical Priming in American Sign Language. 34th annual meeting of the Psychonomic Society Washington, DC.
- Corina, David P. – Heather Knapp 2006a. Sign language processing and the mirror neuron system. *Cortex* 42: 529–39.

- Corina, David P. – Heather Knapp 2006b. Lexical retrieval in American Sign Language production.” In: Louis Goldstein – Douglas H. Whalen – Catherine T. Best (szerk.): *Laboratory Phonology 8*. Berlin: Mouton de Gruyter. 2013–2240.
- Corina, David P. – Susan L. McBurney – Carl Dodrill – Kevin Hinshaw – Jim Brinkley – George Ojemann 1999. Functional roles of Broca’s area and SMG: Evidence from cortical stimulation mapping in a deaf signer. *NeuroImage* 10: 570–81.
- Cormier, Kearsy – Claude Mauk – Ann Repp 1998. Manual babbling in deaf and hearing infants: A longitudinal study. In: *Proceedings of the Twenty-Ninth Annual Child Language Research Forum*. 55–61. <http://discovery.ucl.ac.uk/52889/>
- Damasio, Hanna – Thomas J. Grabowski – Daniel Tranel – Laura L. Ponto – Richard D. Hichwa – Antonio R. Damasio 2001. Neural correlates of naming actions and of naming spatial relations. *NeuroImage* 13: 1053–64.
- de Zubizaray, Greig I. – Stephen J. Wilson – Katie L. McMahon – Santhi Muthiah 2001. The semantic interference effect in the picture-word task: An event-related fMRI study employing overt responses. *Human Brain Mapping* 14: 218–27.
- Dye, Matthew W.G. – Shui-I Shih 2006. Phonological priming in British Sign Language. In: Louis Goldstein – Douglas H. Whalen – Catherine T. Best (szerk.): *Laboratory Phonology 8*. Berlin: Mouton de Gruyter. 243–63.
- Eimas, Peter D – John D. Corbit 1973. Selective adaptation of linguistic feature covering evidence from electrophysiological studies of single neurons the perception of series of synthetic speech varying continuously in T 10 msec T 100 msec. *Cognitive Psychology* 4: 99–109.
- Emmorey, Karen – Helsa B. Borinstein – Robin Thompson – Tamar H. Gollan 2008. Bimodal bilingualism. *Bilingualism* 11: 43–61.
- Emmorey, Karen – David Corina 1990. Lexical Recognition in sign language: effects of phonetic structure and morphology. *Perceptual and Motor Skills* 71: 1227–52.
- Emmorey, Karen – Hanna Damasio – Stephen McCullough – Thomas Grabowski – Laura L. B. Ponto – Richard D. Hichwa – Ursula Bellugi 2002. Neural systems underlying spatial language in American Sign Language. *NeuroImage* 17: 812–24.
- Emmorey, Karen – Stephen McCullough – Sonya Mehta – Laura L. B. Ponto – Thomas J. Grabowski 2013. The biology of linguistic expression impacts neural correlates for spatial language. *Journal of Cognitive Neuroscience* 25: 517–533.
- Emmorey, Karen – Stephen McCullough 2009. The bimodal bilingual brain: Effects of sign language experience. *Brain and Language* 109: 124–32.
- Emmorey, Karen – Stephen McCullough – Diane Brentari 2003. Categorical perception in American Sign Language. *Language and Cognitive Processes* 18: 21–45.
- Emmorey, Karen – Stephen McCullough – Sonya Mehta – Thomas J. Grabowski 2014. How sensory-motor systems impact the neural organization for language: Direct contrasts between spoken and signed language. *Frontiers in Psychology* 5: 1–13.
- Emmorey, Karen – Sonya Mehta – Thomas J. Grabowski 2007. The neural correlates of sign versus word production. *NeuroImage* 36: 202–8.
- Emmorey, Karen – Freda Norman – Lucinda O’Grady 1991. The activation of spatial antecedents from overt pronouns in American Sign Language. *Language and Cognitive Processes* 6: 207–28.
- Emmorey, Karen – Jiang Xu – Allen Braun 2011. neural responses to meaningless pseudosigns: Evidence for sign-based phonetic processing in superior temporal cortex. *Brain and Language* 117: 34–38.
- Ferjan Ramirez, Naja – Matthew K. Leonard – Christina Torres – Marla Hatrak – Eric Halgren – Rachel I. Mayberry 2014. Neural language processing in adolescent first-language learners. *Cerebral Cortex* 24: 2772–2783.
- Ferjan Ramirez, Naja – Amy M. Lieberman – Rachel I. Mayberry 2013. The initial stages of first-language acquisition begun in adolescence: When late looks early. *Journal of Child Language* 40: 391–414.
- Fernald, Anne 1985. Four-month-old infants prefer to listen to motherese. *Infant Behavior and Development*

8: 181–95.

- Ferrand, Ludovic – Boris New 2004. Semantic and associative priming in the mental lexicon. In: Patrick Bonin (szerk.): *The Mental Lexicon: “Some Words to Talk About Words”*. New York: Nova Science Publisher. 25–43.
- Fischer, Susan D. 1998. Critical periods for language acquisition. In: Amatzia Weisel (szerk.): *Issues unresolved. New perspectives on language and deaf education*. Washington D.C.: Gallaudet University Press. 9–26.
- Fitzpatrick, Elizabeth M. – Adrienne Stevens – Chantelle Garritty – David Moher 2013. The effects of sign language on spoken language acquisition in children with hearing loss: A systematic review protocol. *Systematic Reviews* 2: 1–7.
- Friederici, Angela D. – Bertram Opitz – D. Yves von Cramon 2000. Segregating semantic and syntactic aspects of processing in the human brain: An fMRI investigation of different word types. *Cerebral Cortex* 10: 698–705.
- Friederici, Angela D. 2002. Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Sciences* 6: 78–84.
- Friederici, Angela D. 2012 The cortical language circuit: from auditory perception to sentence comprehension. *Trends in Cognitive Sciences* 16: 262–68.
- Garfinkel, Sydelle 2005. Critical period effects on lexical and syntactic development: A case study of adolescent first-language acquisition. Montreal: McGill University.
- Gaskell, M. Gareth – William Marslen-Wilson 1997. Representation and competition in the perception of spoken words. *Cognitive Psychology* 45: 220–66.
- Gernsbacher, Morton Ann 1989. Mechanisms that improve referential access. *Cognition* 32: 99–156.
- Grosjean, Francois 1980. Spoken word recognition processes and the gating paradigm. *Perception & Psychophysics* 28: 267–83.
- Hall, Matthew L. – Victor S. Ferreira – Rachel I. Mayberry 2012. Phonological similarity judgments in ASL: Evidence for maturational constraints on phonetic perception in sign. *Sign Language & Linguistics* 15: 104–27.
- Hall, Matthew L. – Rachel I. Mayberry – Victor S. Ferreira 2015. Syntactic priming in American Sign Language. *Plos One* 10: e0119611.
- Hattyár, Helga 2008. A magyarországi siketek nyelvelsajátításának és nyelvhasználatának szociolingvisztikai vizsgálata. Budapest: ELTE.
- Hickok, Gregory 2010. The functional anatomy of speech processing: from auditory cortex to speech recognition and speech production. In: Stephan Ulmer – Olav Jansen (szerk.): *fMRI: Basics and Clinical Applications*. Berlin: Springer. 69–75.
- Hickok, Gregory – David Poeppel 2007. The cortical organization of speech processing. *Nature Reviews* 8: 393–402.
- Hohenberger, Anette – Daniela Happ – Helen Leuninger 2002. Modality-dependent aspects of sign language production: Evidence from slips of the hand and their repairs in German Sign Language. In: Richard P. Meier – Kearsy Cormier – David Quinto-Pozos (szerk.): *Modality and structure in signed and spoken languages*. Cambridge: Cambridge University Press. 112–143.
- Holzrichter, Amanda S. – Richard P Meier. 2000. Child-directed signing in American Sign Language. In: Charlene Chamberlain – Jill P. Morford – Rachel I. Mayberry (szerk.): *Language acquisition by eye*. Mahwah, New Jersey: Erlbaum. 25–40.
- Hu, Zhiguo – Wenjing Wang – Hongyan Liu – Danling Peng – Yanhui Yang – Kuncheng Li – John X. Zhang – Guosheng Ding 2011. Brain activations associated with sign production using word and picture inputs in deaf signers. *Brain and Language* 116: 64–70.
- Indefrey, Peter 2011. The spatial and temporal signatures of word production components: A critical update. *Frontiers in Psychology* 2: 1–16.
- Jednoróg, Katarzyna – Łukasz Bola – Piotr Mostowski – Marcin Szwed – Paweł M. Boguszewski – Artur Marchewka – Paweł Rutkowski 2015. Three-dimensional grammar in the brain: dissociating the

- neural correlates of natural sign language and manually coded spoken language. *Neuropsychologia* 71: 191–200.
- Johns, Clinton L. – Peter C. Gordon – Debra L. Long – amara Y. Swaab 2014. Memory availability and referential access. *Language and Cognitive Processes* 29: 60–87.
- Klima, Edward S. – Ursula Bellugi 1979. *The signs of language*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Kozma, Krisztina 2013. A jelnyelvi fejlődés kezdeti szakaszai siket és halló gyermekeknél. *Anyanyelv Pedagógia* 2. <http://www.anyanyelv-pedagogia.hu/cikkek.php?id=450>.
- Kuhl, Patricia K. 2010. brain mechanisms in early language acquisition. *Neuron* 67: 713–27.
- Kuhl, Patricia K. – Jean E. Andruski – Inna A. Chistovich – Ludmilla A. Chistovich – Elena V. Kozhevnikova – Viktoria L. Ryskina – Elvira I. Stolyarova – Ulla Sundberg – Francisco Lacerda 1997. Cross-language analysis of phonetic units in language addressed to infants. *Science* 277: 684–86.
- Lane, Harlan – Penny Boyes-Braem – Ursula Bellugi 1976. Preliminaries to a distinctive feature analysis of hand shapes in American Sign Language. *Cognitive Psychology* 8: 263–289.
- Leonard, Matthew K. – Naja Ferjan Ramirez – Christina Torres – Katherine. E. Travis – Marla Hatrak – Rachel I. Mayberry – Eric Halgren 2012. Signed words in the congenitally deaf evoke typical late lexicosemantic responses with no early visual responses in left superior temporal cortex. *Journal of Neuroscience* 32: 9700–9705.
- Levelt, Willem J. M. 1999. Producing spoken language: A blueprint of the speaker. In: Colin M. Brown – Peter Hagoort (szerk.): *The Neurocognition of Language*. Oxford: Oxford University Press. 83–122.
- Levelt, Willem J. M. – Ardi Roelofs – Antje S. Meyer 1999. A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and Brain Sciences* 22: 1–75.
- Locke, John L. 1997. A theory of neurolinguistic development. *Brain and Language* 58: 265–326.
- MacSweeney, Mairéad – Dafydd Waters – Michael J. Brammer – Bencie Woll – Usha Goswami 2008. Phonological processing in deaf signers and the impact of age of first language acquisition. *NeuroImage* 40: 1369–79.
- MacSweeney, Mairéad – Bencie Woll – Ruth Campbell – Gemma A. Calvert – Philip K. McGuire – Anthony S. David – Andrew Simmons – Michael J. Brammer 2002. Neural correlates of British Sign Language comprehension: Spatial processing demands of topographic language. *Journal of Cognitive Neuroscience* 14: 1064–1075.
- MacSweeney, Mairéad – Bencie Woll – Ruth Campbell – Philip K. McGuire – Anthony S. David – Steven C. R. Williams – John Suckling – Gemma A. Calvert – Michael J. Brammer 2002. Neural systems underlying British Sign Language and audio-visual english processing in native users. *Brain* 125: 1583–93.
- Marslen-Wilson, William 1987. Functional parallelism in spoken-word recognition. *Spoken Word Recognition* 25: 71–102.
- Marslen-Wilson, William – Lorraine Komisarjevsky Tyler 1980. The temporal structure of spoken language understanding. *Cognition* 8: 1–71.
- Masataka, Nobuo 1992. Motherese in a signed language. *Infant Behavior and Development* 15: 453–60.
- Mayberry, Rachel I. 1993. First language acquisition after childhood differs from second language acquisition : The case of American Sign Language. *Language* 36: 1258–70.
- Mayberry, Rachel I. 1994. The importance of childhood to language acquisition: Insights from American Sign Language. In: Judith C. Goodman – Howard C. Nusbaum (szerk.): *The development of speech perception: the transition from speech sounds to words*. Cambridge, MA: MIT Press. 57–90.
- Mayberry, Rachel I. – Ellen B. Eichen 1991. The long-lasting advantage of learning sign language in childhood: Another look at the critical period for language acquisition. *Journal of Memory and Language* 30: 486–512.
- Mayberry, Rachel I. – Susan D. Fischer 1989. Looking through phonological shape to lexical meaning: The bottleneck of non-native sign language processing. *Memory & Cognition* 17: 740–54.
- McClelland, James L. – Jeffrey L. Elman 1986. The TRACE model of speech perception. *Cognitive*

Psychology 18: 1–86.

- Meier, Richard P. 2002. The Acquisition of verb agreement: pointing out arguments for the linguistic status of agreement in signed languages. In: Gary Morgan – Bencie Woll (szerk.): *Directions in sign language acquisition*. Philadelphia: John Benjamins. 115–41.
- Meringer, Rudolf. – Karl Mayer 1985. *Versprechen Und verlesen: eine psychologisch-linguistische studie*. Stuttgart: Göschene Verlagsbuchhandlung.
- Mitchell, Ross E. – Michael A Karchmer 2004. When parents are deaf versus hard of hearing : Patterns of sign use and school placement of deaf and hard-of-hearing children. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education* 9: 133–52.
- Morford, Jill P. 2003. Grammatical development in adolescent first-language learners. *Linguistics* 41: 681–721.
- Morford, Jill P. – Martina L. Carlson 2011. Sign perception and recognition in non-native signers of ASL. *Language Learning Development* 7: 149–68.
- Morford, Jill P. – Angus B. Grieve-Smith – James Macfarlane – Joshua Staley – Gabriel Waters 2008. Effects of language experience on the perception of American Sign Language. *Cognition* 109: 41–53.
- Morgan, Gary – Isabelle Barrière – Bencie Woll 2006. The Influence of typology and modality on the acquisition of verb agreement morphology in British Sign Language. *First Language* 26: 19–43.
- Morton, John 1982. Disintegrating the lexicon: An information processing approach. In: Jacques Mehler – Edward C. T. Walker – Merrill Garrett (szerk.): *Perspectives on mental representation*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. 89–110.
- Neville, Helen J. – Daphne Bavelier – David Corina – Josef Rauschecker – Avi Karni – Anil Lalwani – Allen Braun – Vince Clark – Peter Jezzard – Robert Turner 1998. Cerebral organization for language in deaf and hearing subjects: Biological constraints and effects of experience. *PNAS* 95: 922–29.
- Neville, Helen J. – Sharon A. Coffey – Donald S. Lawson – Andrew Fischer – Karen Emmorey – Ursula Bellugi 1997. Neural systems mediating American Sign Language: Effects of sensory experience and age of acquisition. *Brain and Language* 57: 285–308.
- Newman, Aaron J. – Ted Supalla – Nina Fernandez – Elissa Newport – Daphne Bevelier 2015. Neural systems supporting linguistic structure, linguistic experience, and symbolic communication in sign language and gesture. *PNAS* 112: 11684–89.
- Newport, Elissa L. 1990. Maturational constraints on language learning. *Cognitive Science* 14: 11–28.
- Nishimura, Hiroshi – Kazuo Hashikawa – Katsumi Doi – Takako Iwaki – Yoshiyuki Watanabe 1999. Sign language ‘heard’ in the auditory cortex. *Nature* 397: 116.
- Norris, Dennis – James M. McQueen – Anne Cutler 2002. Bias Effects in facilitatory phonological priming. *Memory & Cognition* 30: 399–411.
- Orfanidou, Eleni – Robert Adam – James M. McQueen – Gary Morgan 2009. Making Sense of nonsense in British Sign Language (BSL): The Contribution of different phonological parameters to sign recognition. *Memory & Cognition* 37: 302–15.
- Penhune, Virginia B. – Roxana Cismaru – Raquel Dorsaint-Pierre – Laura Ann Petitto – Robert J. Zatorre 2003. The morphometry of auditory cortex in the congenitally deaf measured using MRI. *NeuroImage* 20: 1215–25.
- Petitto, Laura-Ann – Robert J. Zatorre – Kristine Gauna – E. J. Nikelski, Deanna Dostie – Alan C. Evans 2000. Speech-like cerebral activity in profoundly deaf people processing signed languages: Implications for the neural basis of human language. *PNAS* 97: 13961–66.
- Petitto, Laura-Ann – Paula F. Marentette 1991. Babbling in the manual mode: Evidence for the ontogeny of language. *Science* 251: 1493–96.
- Poizner, Howard 1981. Visual and ‘phonetic’ coding of movement: Evidence from American Sign Language. *Science* 212: 691–93.
- Poizner, Howard – Harlan Lane 1978. Discrimination of location in American Sign Language. In: Siple Patricia A. (szerk.): *Understanding language through sign language research*. New York: Academic

Press. 271–87.

- Pylkkänen, Liina – Brian McElree 2007. An MEG study of silent meaning. *Journal of Cognitive Neuroscience* 19: 1905–21.
- Rácz, Szilárd. 2009. Kettős modalitású kétnyelvűség kontaktusjelenségek szociolingvisztikai vizsgálata siketeknél. In: Tamás Váradi (szerk.): III. Alkalmazott Nyelvészeti Doktorandusz Konferencia. Budapest: MTA Nyelvtudományi Intézet. 141–51.
- Reilly, Judy Snitzer – Marina McIntire – Ursula Bellugi 1991. Baby face: A new perspective on universals in language acquisition. In: Patricia A. Siple – Susan D. Fischer (szerk.): *Theoretical issues in sign language research*. Chicago, IL: University of Chicago Press. 9–24.
- San Jose-Robertson, Lucila – David P. Corina – Debra Ackerman – Andre Guillemin – Allen R. Braun 2004. Neural systems for sign language production: Mechanisms supporting lexical selection, phonological encoding, and articulation. *Human Brain Mapping* 23: 156–67.
- Sandler, Wendy 2017. The Challenge of Sign Language Phonology. *Annual Review of Linguistics* 3: 43–63.
- Sapulla, Samuel J. 1991. Manually Coded English: The modality question in signed language development. In: Patricia A. Siple – Susan D. Fischer (szerk.): *Theoretical issues in sign language research*. Chicago, IL: University of Chicago Press. 85–109.
- Schriefers, Herber – Antje S. Meyer – Willem J. M. Levelt 1990. Exploring the time course of lexical access in language production: Picture-word interference studies. *Journal of Memory and Language* 29: 86–102.
- Shapleske, Jane – Susan L. Rossell – Peter W. R. Woodruff – Anthony S. David 1999. The planum temporale: a systematic, quantitative review of its structural, functional and clinical significance. *Brain Research Reviews* 29: 26–49.
- Slobin, Dan I. – Nini Hoiting – Marlon Kuntze – Reyna Lindert – Amy Weinberg – Jennie Pyers – Michelle Anthony – Yael Biederman – Helen Thumann 2003. A cognitive/functional perspective on the acquisition of ‘classifiers’. In: Karen Emmorey (szerk.): *Perspectives on Classifier constructions in sign languages*, Mahwah, New Jersey. 271–96.
- Stokoe, William C. 1960. Sign language structure: An outline of the visual communication systems of the american deaf. *Studies in Linguistics: Occasional Papers* (No. 8). Buffalo: Dept. of Anthropology and Linguistics, University of Buffalo.
- Szabó, Mária Helga. 2007. A magyar jelnyelv szublexikális szintjének leírása. Budapest: Akadémia Kiadó.
- Thiessen, Erik D. – Emily A. Hill – Jenny R. Saffran 2005. Infant-Directed speech facilitates word segmentation. *Infancy* 7: 53–71.
- Thompson, Robin – Karen Emmorey – Tamar H. Gollan 2005. Tip of the fingers’ experiences by deaf signers: Insights into the organization of a sign-based lexicon. *Psychological Science* 16: 856–60.
- Uziel, Alain S. – Marinte Sillon – Adrienne Vieu – Françoise Artieres – , Jean-Pierre Piron – Jean-Pierre Daures – Michel Mondain 2007. Ten year follow up of a consecutive series of children with multichannel cochlear implant. *Otology and Neurotology* 28: 615–628.